



ISSN 1978-0427

SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA

PROSIDING

SOEBARDJO BROTOHARDJONO XIV

Surabaya, 04 Juli 2018

Pengembangan Produk dan Energi Bersih

REVIEWERS:

- Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA
- Prof. Dr. Ir. Ali Altway, Msc
- Prof. Dr. Ir. Soemargono, SU
- Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT
- Dr. Ir. Srie Muljani, MT

SPEAKERS:

- **Prof. Dr. Silvester Tursiloadi, M.Eng.**
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, LIPI
- **Prof. Bing-Joe Hwang, Ph.D**
National Taiwan University of Science and Technology,
Taiwan
- **Didik Sasono Setyadi, S.H., M.H.**
Kepala Divisi Formalitas SKK MIGAS

DAFTAR ISI

RUANG A

No.	Nama	Judul	Institusi
A.1	Mochammad Rojil Ghufon, Dimas Dwi Utomo, Wahyu Imroni, Warju	Pengaruh <i>Diesel Particulate Trap</i> (DPT) Berbahan Dasar <i>Wiremesh Stainless Steel</i> Terhadap Reduksi Tingkat Kebisingan (<i>Noise Level</i>) Pada Isuzu Phanter Tahun 1997	Universitas Negeri Surabaya
A.2	Ika Yuni Rachmati, Putri Lilia Rosa, Susianto	Efek Temperatur Dan Sodium Hidroksida Pada Pemisahan Bitumen Dari Absuton Menggunakan Media Air Panas	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
A.3	Thia Sari Gloria Wurarah, Viviana Dewi, Lanny S	Sintesis Nanosilika Dari <i>Black Liquor</i> Sekam Padi Melalui Teknik Ramah Lingkungan	Universitas Surabaya
A.4	Maja Pranata M, Riza Alviany, Firman K, A. Roesyadi	Produksi Katalis $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dengan Promotor Cr- Co Menggunakan Metode Impregnasi	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
A.5	Noor Amalia Chusna, Maryono	Potensi Pemanfaatan Timbulan Gas Metana Di TPA Bandengan Kabupaten Jepara Sebagai Peluang Produksi Energi	Universitas Diponegoro
A.6	Nurullafina S, Azka Afiza, Eldira Nindri Wena, Susianto, Ali Altway	Pirolisis Katalitik Asbuton Menjadi Bahan Bakar Cair Dengan Katalis Zeolite	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
A.7	Destrian H, Putu Ayu W P, Ignatius G, Firman K, A. Roesyadi	Produksi Biofuel Menggunakan Katalis Ni- Fe/HSZM-5 Dari Minyak Kelapa	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
A.8	Sri Redjeki, Jayati Putri utami, Ninik Sugatri	Produksi Mesopori Silika Dari Batuan Piropilit Melalui Proses Pembentukan Natrium Silikat	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
A.9	Kindriari N W, Evireza Putri A, Moch Taufiq, Lucky Indrati U.	Pembuatan Biobriket Dari Campuran Batubara Dan Arang Tempurung Kelapa Dengan Perekat Lignin Kayu Meranti	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
A.10	Renanto , Robbi Utomo , Alghifari Rifliansyah , Rizal Arifin	Penggunaan Metoda Perancangan Pinch Pada Berbagai Operasi Dalam Industri Kimia	Institut Teknologi Sepuluh Nopember

RUANG B

B.1	Rizal Syamharis, Mulyadi, Prantasi Harmi Tjahjanti	Prediksi Retak Pada Model Rangka Sepeda Roda Tiga Untuk Pasien Pasca <i>Stroke</i> Dengan Konsep <i>Tadpole</i>	Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
B.2	Rizki Firmansyah Setya Budi, Wiku Lulus Widodo	Pengaruh Waktu Konstruksi Terhadap Biaya Pokok Produksi Listrik Pusat Listrik Tenaga Nuklir	Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir - Badan Tenaga Nuklir Nasional
B.3	Rahmat G S, Prantasi Harmi Tjahjanti	Analisis Perbandingan <i>Shaft</i> Pompa Sentrifugal Tipe VCN 150 Dengan Tipe VCL 140	Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
B.4	Octya Celline, Febriana Intan, Jessy Liliani, Yuana E Agustin	Sintesis Dan Karakterisasi Komposit Selulosa Bakteri Dengan Penambahan Kitosan Untuk Aplikasi Medis	Universitas Surabaya
B.5	Syamsul Arif, Prantasi Harmi Tjahjanti	Analisa Uji Impak, Tekan, dan audiensi pada box speaker dengan komposisi 75% LMTJ+24% Reesin Poliester + 1% Katalis	Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
B.6	Faldy Alfian, Prantasi Harmi Tjahjanti	Analisa Uji Mekanik Pada <i>Box Speaker</i> Komposisi 60% LMTJ+1% Lem PVC+39% (50% Kanji + 50% Urea)	Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
B.7	Dwi Hery A, Sani, Anis Z Sabichi, Maya M S	Pembuatan Kalsium Silikat Dari Cangkang Telur Dan Abu Bagasse	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
B.8	Siswanto M, Nurul W T	Aplikasi Vacum Evaporator Pada Pembuatan Minuman Jahe Merah Instan Menggunakan Kristalizer Putar	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
B.9	Sony Agung Nugroho, Prantasi Harmi Tjahjanti	Rancang Bangun Lengan Ayun Dan Transmisi Tambahan Untuk Motor Disabilitas	Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
B.10	Srie Muljani, Nove Kartika Erliyanti	Adsorben dari Limbah Industri Keramik untuk Penjernihan CPO	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

RUANG C

No.	Nama	Judul	Institusi
C.1	Supriati Khotijatul Qubro, Mariyatul Kiftiyah, Trilaksono	Sintesis Selulosa Asetat Berbahan Dasar Pulp Ampas Tebu Dengan Modifikasi Rasio Komposisi Ampas Tebu Dengan Natrium Hidroksida	Universitas Jember
C.2	Ida Ayu Oka Suwati S	Analisis Kinerja Lingkungan Jalan Di Sekitar Perusahaan Pengolah Dan Pemurnian Tembaga Di Kecamatan Maluku, Kabupaten Sumbawa Barat	Universitas Mataram
C.3	Albert G K, Andreas L, Cynthia E, Hadiatni R P, Lieke R	Studi Termodinamika Pada Adsorpsi Direct Red 31 Dengan Adsorben <i>Modified Rice Husk</i>	Universitas Surabaya
C.4	Dwi Ima Hikmawati	Preparasi Serbuk Guguran Daun Jati (<i>Tectona Grandis</i>) Kering Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Metilen Biru Dengan Sistem Batch	Universitas Pgri Madiun
C.5	Bambang W, Hana R, Penny P	Minyak Atsiri Dari Daun Salam Dengan Proses Penyulingan Uap Dan Air	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
C.6	Ketut Sumada, L Urip Widodo	Pupuk Cair Biosilika-Plus Berbahan Baku Limbah Abu Bagasse	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
C.7	Dinar Ismilla Putri, Indah Nur Laila, Titi Susilowati	Pengaruh Penambahan Kaporit Dan PAC Terhadap Sifat Fisika Dan Kimia Air Sanitasi Di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
C.8	Tuani L Simangunsong, Yunus Fransiscus, Elieser Tarigan, Fitri D Kartikasari	Kajian Pengelolaan Sampah Fakultas Farmasi Dalam Mendukung Program Green Campus Universitas SURABAYA	Universitas Surabaya

RUANG D

No.	Nama	Judul	Institusi
D.1	M Rifqi Aqil Y, Karrisra G R, Gilang A S, Muhammad Fikri K, Ali Altway, Siti Nurkhamidah	Pemodelan Dan Simulasi Stripping Gas Karbondioksida (CO_2) Dari Methylidiethanolamine (MDEA) Berpromotor Dalam Kolom Berpacking	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
D.2	Embun Rachma Haqiqi	Analisis FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>) Limbah Cangkang Telur Ayam Dikombinasi Biomassa Sekam Padi Setelah Adsorpsi Larutan Zat Warna Metil Orange : Variasi Ukuran Sekam Padi	Universitas PGRI Madiun
D.3	Erlinda Ningsih, Achmad C Ni'am, Yustia Wulandari Mirzayanti, Pipit Febrianita, Wanvia Vangesti	Konversi FFA Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Kapuk (<i>Ceiba Pentandra</i>) Menggunakan Katalis Ca/Hydrotalcite	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
D.4	Ufafa Anggarini, Rosa Dwi Sasala Putri, Anni Rahmat	Aktivasi Kimia Karbon Sabut Siwalan (<i>Borassus Flabellifer</i>) Dengan Perbandingan Aktivator KOH, NaOH Dan H_3PO_4	Universitas Internasional Semen Indonesia
D.5	Bambang Ismuyanto	Zeolit Alam Diaktivasi Senyawa Alkali	Universitas Brawijaya Malang
D.6	Yatim Lailun Ni'mah, Arlita Sandya Styah W, Harmami	Studi Konduktivitas Solid Polymer Electrolyte (SPE) PEO (Poly Ethylene Oxide)- LiClO_4 (Lithium Perchlorate) Dengan Fly Ash Dari PT. Tjiwi Kimia Sidoarjo	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
D.7	Caecilia Pujiastuti, Yustina Ngatilah, Ketut Sumada, Dinar Ismilla, Indah Nurlaila	Removal Impurities Ion Ca, Mg, K Dan SO_4 Pada Larutan Garam Dengan Metode Pertukaran Ion Dalam Rangka Peningkatan Kualitas Produk Garam	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
D.8	Dinar Ismilla Putri, Indah Nur Laila	Peningkatan Kualitas Garam Rakyat Menjadi Garam Industri Menggunakan Metode Pertukaran Ion	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
D.9	Retno Dewati, Suprihatin, Ketut Sumada	Pengaruh Tinggi Unggun Diam Pada Proses Presipitasi Larutan Natrium Silika Dengan Gas Karbon Dioksida	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
D.10	Arlini Dyah Radityaningrum, Maritha Nilam Kusuma	Kinerja Tanaman Scirpus Pada Horisontal Constructed Wetland Dalam Menurunkan Tss, Bod, Eschericia Coliform Dari Lumpur Tinja	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
D.11	Edi Mulyadi, Nurul Widji Triana	Kristalisasi Gula Semut Berbasis Glukose	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT SELULOSA BAKTERI DENGAN PENAMBAHAN KITOSAN UNTUK APLIKASI MEDIS

Octya Celline, Febriana Intan, Jessy Liliani, dan Yuana E. Agustin*

Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya

*Email: yuana@staff.ubaya.ac.id

Abstrak

Meningkatnya penggunaan udang sebagai bahan dasar dalam berbagai industri di Indonesia, khususnya industri pangan mengakibatkan adanya peningkatan limbah kulit udang secara signifikan. Beberapa penelitian terakhir telah mencoba memanfaatkan limbah kulit udang dan meningkatkan nilainya dengan mengubah limbah kulit udang menjadi kitosan. Kitosan yang memiliki sifat antimikroba dapat digunakan secara luas dalam aplikasi medis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan kitosan sebagai zat aditif dalam produksi film komposit selulosa bakteri- kitosan dengan menggunakan gliserol sebagai sumber karbon selama proses sintesa. Media fermentasi yang digunakan selama penelitian adalah HS (Hestrin – Shramm) media yang dilengkapi dengan $MgSO_4$ sebagai kofaktor. Variabel yang akan digunakan selama penelitian ini yaitu rasio kitosan : gliserol. Film komposit selulosa bakteri- kitosan yang dihasilkan akan dikarakterisasi baik secara fisik dan mekanik, melalui pengukuran tebal kering, kadar air, swelling, tensile strength, elongation at break maupun secara morfologi menggunakan analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dan FTIR (Fourier Transform Infra Red). Analisa anti mikroba juga akan dilakukan dalam penelitian ini.

Kata kunci: anti mikroba, film komposit selulosa bakteri-kitosan

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION BACTERIAL CELLULOSE COMPOSITE WITH CHITOSAN ADDITION FOR MEDICAL APPLICATIONS

Octya Celline, Febriana Intan, Jessy Liliani, dan Yuana E. Agustin*

Chemical Engineering Department, Engineering Faculty, University of Surabaya

*Email: yuana@staff.ubaya.ac.id

Abstract

Food industry in Indonesia has growing rapidly in recent years, especially with shrimp as the main ingredient. Increasing of shrimp usage also significantly increase shrimp shells as solid waste. A lot of research already tried to convert shrimp shells waste into chitosan to give added value into its. Chitosan itself have the ability as an antimicrobial agent and can be used on medical application. This research focus is to determine the effect of chitosan as an additive agent in the production of bacterial cellulose- chitosan composite film while using glycerol as carbon source. Fermentation media that used in this research is HS (Hestrin – Shramm) media with $MgSO_4$ as cofactor. Variable that used in this research is ratio between kitosan and glycerol. Synthesized bacterial cellulose- chitosan composite film will be physically and mechanically characterize using dry thickness measurement, water capacity measurement, swelling ability, tensile strength and elongation at break measurement. Morphology measurement will be known through SEM (Scanning Electron Microscopy) dan FTIR (Fourier Transform Infra Red) analysis. Antimicrobial analysis also will be measure through this research.

Keywords: antimicrobial, bacterial cellulose- chitosan composite film

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim, dimana wilayah laut dan perairan begitu luas dengan hasil laut yang melimpah. Salah satu hasil perikanan yang melimpah yaitu udang, dari data statistik produksi udang pada tahun 2013 sebesar 639.589 ton. Jawa Timur menempati posisi kedua di Pulau Jawa sebagai penghasil udang terbanyak, dengan penghasil udang sebanyak 64.294 ton pada tahun 2013 (Data statistik series produksi perikanan budaya Indonesia, 2014). Penggunaan udang dalam berbagai industri menyebabkan limbah kulit udang terus meningkat. Sehingga perlu dilakukan upaya untuk pengembangan produk dari limbah kulit udang agar limbah tersebut tidak

mencemari lingkungan. Cangkang kepala udang mengandung 20-30% senyawa kitin yang tidak mudah larut dalam air, sehingga penggunaannya terbatas. Namun dengan modifikasi kimiawi dapat diperoleh senyawa turunan kitin yang mempunyai sifat kimia yang lebih baik. Salah satu turunan kitin adalah kitosan. (Muzzarelli, 1985). Untuk itu banyak dilakukan rekonstruksi limbah udang menjadi kitosan untuk meningkatkan nilai jual. Penelitian menunjukkan bahwa kitosan memiliki sifat antimikroba. Pemanfaatan sifat antimikroba dari kitosan dapat digunakan dalam modifikasi selulosa bakteri. Selulosa bakteri memiliki sifat biokompatibilitas yang baik sehingga dapat diaplikasikan dalam bidang medis. Namun selulosa bakteri yang dihasilkan saat ini masih memiliki kelemahan dalam ketahanan terhadap mikroba. Sehingga untuk meningkatkan ketahanan selulosa bakteri dari bakteri dilakukan penambahan zat aditif kitosan dalam produksi selulosa bakteri menggunakan gliserol oleh *Acetobacter xylinum*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Selulosa Bakteri

Selulosa adalah senyawa organik yang tersedia melimpah di alam. Meskipun selulosa berasal dari tumbuhan, namun selulosa juga dihasilkan dari sintesis oleh berbagai mikroorganisme seperti bakteri, alga dan jamur. Biosintesis selulosa bakteri merupakan selulosa yang dihasilkan dari bakteri gram negatif *Acetobacter xylinum* menggunakan glukosa sebagai substratnya (Czaja,dkk., 2006; Kurosumi, dkk., 2009). Selulosa bakteri bersifat hidrogel yang tidak dijumpai pada selulosa alam. Sifat ini memberikan daya serap yang baik dan karakteristiknya seperti kulit manusia sehingga banyak dimanfaatkan untuk kepentingan medis seperti pengganti kulit sementara pada luka bakar yang serius (Ciechanska, 2004).

2.2 *Acetobacter xylinum*

Acetobacter xylinum merupakan bakteri pembentuk nata. Bakteri ini termasuk dalam golongan *Acetobacter*, yang mempunyai ciri-ciri antara lain sel bulat panjang sampai batang (seperti kapsul), tidak mempunyai endospora, sel-selnya bersifat gram negatif, bernafas secara aerob tetapi dalam kadar yang kecil (Pelczar dan Chan, 1988).

2.3 Kitosan

Kitosan mempunyai sifat anti mikroba karena kitosan berbentuk membran berpori yang dapat menyerap air pada selulosa bakteri, sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroba di dalam selulosa bakteri. Disamping itu kitosan mempunyai gugus fungsional amina ($-NH_2$) bermuatan positif sangat kuat yang dapat menarik molekul asam amino bermuatan negatif pembentuk protein dalam mikroba. Gugus fungsional amina juga memiliki pasangan elektron bebas sehingga dapat menarik mineral Mg^{2+} yang terdapat pada ribosom dan mineral Ca^{2+} yang terdapat pada dinding sel mikroba membentuk ikatan kovalen koordinasi. Hal tersebut menjadikan kitosan dapat mengakibatkan timbulnya kebocoran konstituen intraseluler sehingga mikroba akan mati (Sarwono, 2010).

2.4 Gliserol

Gliserol merupakan *plasticizer* yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan molekular (Mochtar, 2001). *Plasticizer* adalah suatu bahan yang ditambahkan kedalam suatu material berupa elastomer untuk meningkatkan pengolahannya, fleksibilitas, dan tarikannya. Suatu *plasticizer* dapat menurunkan viskositas lebunya, temperature transisi gelas, dan modulus elastis dari produk tanpa mengubah bentuk karakter kimia dari material pemlastis (Muller, 1990).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kitosan, gliserol teknis, *crude* gliserol, NaOH, akuades, nutrisi agar, nutrient broth, pepton, disodium difosfat, asam sitrat, glukosa, *yeast* ekstrak, urea, asam asetat, etanol dan *Acetobacter xylinum*. Peralatan yang digunakan yaitu *laminar air flow*, *autoclave*, *shaker*, *thickness gauge*, botol *Mc. Cartney*, *oase*, cawan petri, mikropipet, lampu spiritus, *hot plate stirrer*, labu Erlenmeyer dan oven.

3.2 Variabel penelitian

Konsentrasi gliserol teknis : 0 %; 5%; 100% (v/v) konsentrasi *crude* gliserol : 0 %; 5%; 100% (v/v) dan konsentrasi kitosan tidak langsung (zat aditif) : 1%; 2%; 3%; 4% dan 5% (b/v)

3.3 Pembuatan film komposit selulosa bakteri-kitosan

Film komposit selulosa bakteri-kitosan dibuat dengan cara membuat media HS-MgSO₄ dengan mencampurkan 20 g/L glukosa, 5 g/L *yeast* ekstrak, 5 g/L *bacto* pepton, 5,09 g/L disodium difosfat, 1,15 g/L asam sitrat, dan 1,15 g/L magnesium sulfat. Media HS-MgSO₄ disterilkan dalam *autoclave* dengan suhu 121°C selama 15 menit. Pindahkan *Acetobacter xylinum* ke dalam botol *Mc. Cartney* yang berisi 5 ml campuran media HS-MgSO₄, 0% (v/v) gliserol; 0,8% (b/v) urea; 1,5% (v/v) asam asetat dan 1,5% (v/v) etanol dilakukan di dalam *laminar air flow*. Proses inkubasi dilakukan selama 24 jam dengan kecepatan putar 180 rpm. Proses fermentasi dilakukan pada suhu kamar selama 14 hari. Pembuatan larutan kitosan dilakukan dengan cara melarutkan kitosan

ke dalam asam asetat dengan konsentrasi 1%; 2%; 3%; 4% dan 5% (b/v). Sampel *film* komposit selulosa bakteri yang telah terbentuk direndam di dalam larutan kitosan selama dua hari.

3.4 Pemurnian dan pengujian karakteristik

Pemurnian *film* komposit selulosa bakteri dilakukan menggunakan larutan NaOH 1% (b/v) yang dipanaskan pada suhu 90°C selama 20 menit. Setelah itu *film* komposit selulosa bakteri yang telah direndam dengan larutan NaOH 1% dicuci dengan *aquades* yang dipanaskan 20 menit. Melakukan pengulangan langkah perendaman sebanyak 3 kali sampai pH air cucian mencapai netral. Setelah netral, *film* komposit selulosa bakteri dioven selama ± 2 jam pada suhu 90°C untuk menghilangkan kadar air. Untuk selanjutnya dilakukan pengujian karakterisasi antara lain: ketebalan, *swelling ratio*, kadar air, SEM, FTIR, *tensile strength*, *elongation at break* dan uji antimikroba.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Film komposit selulosa bakteri – kitosan merupakan hasil fermentasi dari *Acetobacter xylinum* yang ditambahkan kitosan sebagai zat aditif. Media fermentasi yang digunakan pada penelitian ini adalah HS (*Hestrin Schramm*)-MgSO₄. Sumber karbon yang diberikan ke dalam media fermentasi adalah 2% (b/v) glukosa dan 5% (v/v) gliserol (gliserol teknis dan *crude* gliserol). Sumber nitrogen yang diberikan pada media fermentasi adalah 0,8% (b/v) urea dan 0,5% (b/v) pepton. Pada penelitian ini, zat aditif yang ditambahkan adalah variasi kitosan dan gliserol yaitu gliserol teknis (GT) dan *crude* gliserol (CG). Pada media fermentasi juga ditambahkan asam asetat sebagai pengontrol pH (derajat keasaman) agar pertumbuhan selulosa bakteri optimum. Tidak hanya asam asetat yang ditambahkan, etanol juga turut ditambahkan ke dalam media fermentasi, dengan adanya etanol aktivitas *glucose 6-phosphate dehydrogenases* (G6PDs) dihambat oleh peningkatan ATP sehingga produksi *film* komposit selulosa bakteri – kitosan semakin meningkat (Naritomi *et al*, 1998).

Penambahan zat aditif kitosan pada media fermentasi dilakukan secara tidak langsung dengan cara merendam *film* komposit selulosa bakteri yang telah terbentuk menggunakan larutan kitosan (metode KTL). Larutan kitosan akan memberikan sifat antimikroba pada *film* komposit selulosa bakteri – kitosan. *Film* komposit selulosa bakteri yang dihasilkan seluruhnya memiliki warna putih, tekstur tebal, kenyal, dan licin. Pada *film* komposit selulosa bakteri – kitosan dengan penambahan 100% (v/v) gliserol (gliserol teknis dan *crude* gliserol) sama sekali tidak membentuk *film* dan tidak dapat dikarakterisasi lebih lanjut. Hal ini disebabkan pada penambahan 100% (v/v) gliserol tidak memberikan nutrisi yang cukup untuk media pertumbuhan *film* komposit selulosa bakteri – kitosan. Gambar 1 menunjukkan tampak fisik *film* komposit selulosa bakteri – non kitosan dan *film* komposit selulosa bakteri – kitosan dengan penambahan komposisi zat aditif optimum dari setiap variasi penelitian.



Gambar 1.
(A) *Film* komposit selulosa bakteri – non kitosan
(B) *Film* komposit selulosa bakteri – kitosan 3% KTL, 5% CG

4.1 Analisa scanning electron microscopy (SEM)

Analisa morfologi dilakukan pada permukaan selulosa bakteri dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).



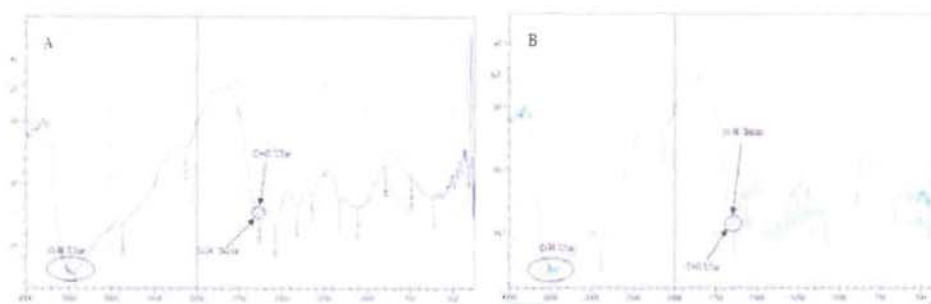
Gambar 2.
(A) *Film* komposit selulosa bakteri – non kitosan
(B) *Film* komposit selulosa bakteri – kitosan dengan 5% (v/v) *crude* gliserol dan 3% KTL

Berdasarkan Gambar 2(A) *film* komposit selulosa bakteri non kitosan memiliki struktur yang kurang berserat dan memiliki penampang struktur yang padat. Sedangkan pada Gambar 2(B) hasil uji analisa SEM menampilkan penampang melintang *film* komposit selulosa bakteri – kitosan pada media HS-MgSO₄ dengan penambahan konsentrasi 5% *crude* gliserol, 0,8% urea, 1,5% etanol, 1,5% asam asetat dan 3% KTL, memiliki

bentuk serat tidak rata, acak dan sedikit berongga. Hal ini juga ditunjang dari hasil FTIR yang menunjukkan bahwa penambahan kitosan mengakibatkan *film* komposit selulosa bakteri bersifat *amorf*, penambahan kitosan memberikan bilangan gelombang gugus amina yang lebih tinggi sehingga dapat dibuktikan bahwa semakin banyak kitosan akan menyebabkan *film* komposit selulosa bakteri yang mulanya kristalin menjadi lebih *amorf* karena adanya interaksi antara gugus -OH pada selulosa bakteri dengan gugus -NH₂ yang terdapat pada kitosan. Hubungan analisa SEM dengan aktivitas antimikroba dari *film* komposit selulosa bakteri – kitosan, yaitu kristalinitas menjadi menurun ketika ditambahkan kitosan dan membuat daerah *amorf* menjadi lebih banyak. Oleh karena itu, kitosan yang melekat pada *film* komposit selulosa bakteri dapat lepas dan mampu memiliki aktivitas antimikroba.

4.2. Analisa gugus fungsi

Analisa gugus fungsi digunakan untuk mengetahui perbedaan gugus fungsi antara *film* komposit selulosa bakteri – *non* kitosan dengan dengan *film* komposit selulosa bakteri – kitosan konsentrasi KTL. Hasil spektrum FTIR kemudian dianalisis secara kualitatif untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat di dalam masing – masing selulosa bakteri.



Gambar 3.

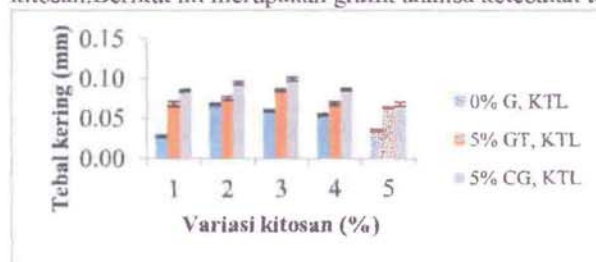
(A) Hasil FTIR *film* komposit selulosa bakteri *non* kitosan

(B) Hasil sintesis FTIR *film* komposit selulosa bakteri – kitosan 3% KTL

Analisa FTIR merupakan salah satu karakterisasi untuk mengetahui gugus yang terdapat pada *film* komposit selulosa bakteri – kitosan. *Film* komposit selulosa bakteri mengandung gugus -OH, -CH, cincin aromatik berupa cincin piran, ikatan glikosidik, dan serapan C=O. Sedangkan, gugus fungsi dari kitosan antara lain gugus O-H ; N-H ; C-H ; C-C ; C-O ; C-O-C ; C-N, dimana gugus utamanya adalah gugus O-H dan N-H. Dari Gambar 3 dapat terlihat bahwa penambahan kitosan menyebabkan peningkatan bilangan gelombang. Adanya pergeseran tersebut membuat *peak* semakin *broad* (meluas) yang menunjukkan adanya gugus hidroksil dari kitosan yang masuk ke dalam *film* komposit selulosa bakteri.

4.3. Analisa ketebalan

Ketebalan *film* komposit selulosa bakteri - kitosan digunakan untuk mengetahui pertumbuhan *film* komposit selulosa bakteri - kitosan. Berikut ini merupakan grafik analisa ketebalan terhadap variasi kitosan.

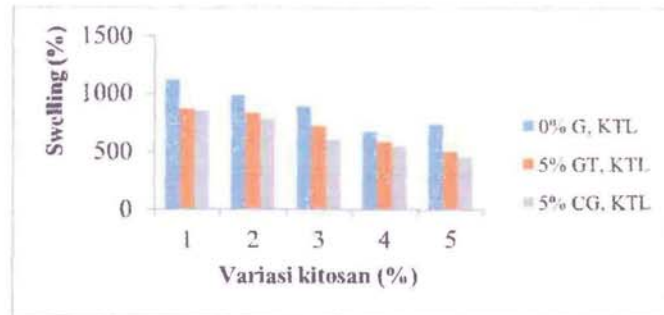


Gambar 4. Tebal kering *film* komposit selulosa bakteri - kitosan variasi konsentrasi KTL

Gambar 4, menunjukkan bahwa *film* komposit selulosa bakteri - kitosan semakin tebal dengan semakin tingginya konsentrasi kitosan. Hal ini terjadi karena selama proses perendaman, larutan kitosan dapat berdifusi melalui rongga-rongga yang terdapat di *film* komposit selulosa bakteri – kitosan sehingga menghasilkan lapisan dibagian tengah *film* komposit selulosa bakteri – kitosan (Rahayu dan Rohaeti, 2012). Pada konsentrasi 3% KTL merupakan *film* paling tebal, hal ini diduga karena semakin tinggi kadar kitosan mengakibatkan larutan semakin *viscous*. Pada konsentrasi 3% kitosan merupakan konsentrasi optimum *film* komposit selulosa bakteri – kitosan menyerap larutan kitosan, sehingga tebal pada konsentrasi 4% dan 5% kitosan menjadi lebih rendah.

4.4. Analisa swelling ratio

Menurut Wang, dkk (2017) *swelling ratio* mewakili kapasitas *film* untuk menyerap air. Berikut ini grafik *swelling ratio* terhadap variasi kitosan

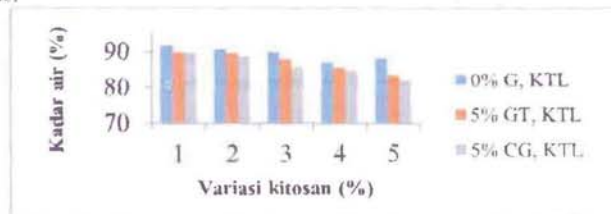


Gambar 5. *Swelling ratio* film komposit selulosa bakteri - kitosan variasi konsentrasi KTL.

Pada Gambar 5. menunjukkan bahwa secara umum dengan bertambahnya konsentrasi kitosan, maka *swelling ratio* akan semakin turun. Hal ini dikarenakan kitosan bersifat *hidrofobik* sehingga menghambat laju penyerapan air (Selpiana, dkk 2016). Semakin banyak kitosan yang ditambahkan, maka sisi *hidrofobik* semakin besar sehingga daya serap terhadap air semakin kecil. Ketebalan *film* komposit selulosa bakteri-kitosan dengan media 5% gliserol (*crude* gliserol dan gliserol teknis) lebih tebal dari media HS-MgSO₄ murni yaitu 0%(v/v) gliserol, akan tetapi dari Gambar 5 terlihat *swelling ratio* film komposit selulosa bakteri-kitosan dengan media gliserol lebih rendah. Hal ini dikarenakan dengan adanya gliserol akan menurunkan porositas (Tabaifi dan Emtiazi, 2016). Sehingga semakin kecil porositas mengakibatkan kemampuan *film* komposit selulosa bakteri-kitosan untuk menyerap air semakin sulit.

4.5. Analisa kadar air

Kadar air adalah banyak air yang terperangkap di dalam *film* komposit selulosa bakteri - kitosan. Penentuan kadar air diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan *film* komposit selulosa bakteri - kitosan dalam mengikat air.



Gambar 6. Kadar air film komposit selulosa bakteri - kitosan variasi konsentrasi KTL.

Dari Gambar 6 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi kitosan, kadar air pada *film* komposit selulosa bakteri-kitosan semakin menurun. Kadar air berkaitan dengan *swelling*, sehingga jika nilai *swelling* semakin turun, maka nilai kadar air juga akan menurun.

4.5. Analisa sifat mekanik tensile strength

Sifat mekanik yang diuji adalah *Tensile Strength* dan *Elongation at break*. *Tensile strength* adalah kekuatan dari *film* komposit selulosa bakteri - kitosan yang diuji dengan ditarik hingga *film* dapat bertahan sesaat sebelum putus.



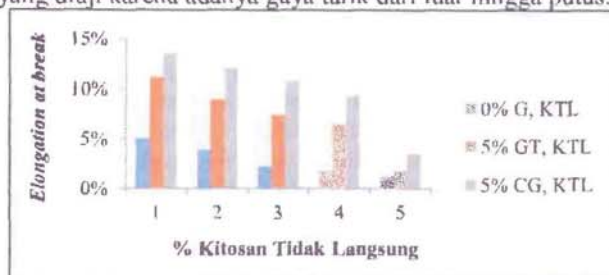
Gambar 7. *Tensile strength* film komposit selulosa bakteri - kitosan variasi konsentrasi KTL.

Dari Gambar 7 menunjukkan semakin besar komposisi kitosan, maka kuat tarik mulanya akan semakin meningkat kemudian setelah mencapai titik optimum akan mengalami penurunan. Setelah titik optimum 3% kitosan, kuat tarik pada *film* komposit selulosa bakteri - kitosan menurun seiring dengan banyaknya penambahan

kitosan. Penambahan kitosan akan meningkatkan nilai *tensile strength* karena terbentuk ikatan *Van der Waals* antar rantai -OH *film* komposit selulosa bakteri dan -NH kitosan sehingga menyebabkan *film* komposit selulosa bakteri – kitosan menjadi lebih kuat dan sulit untuk putus. Sedangkan penurunan yang terjadi setelah titik optimum karena titik jenuh telah terlampaui sehingga molekul-molekul kitosan berada diluar fase polimer dan akan menurunkan gaya intramolekul antar rantai menyebabkan nilai *tensile strength* menurun. Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa *film* komposit selulosa bakteri – kitosan akan memiliki nilai kuat tarik (*tensile strength*) yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya kandungan *plasticizer* yaitu gliserol. Penurunan nilai kuat tarik ini terkait dengan adanya ruang kosong yang terjadi karena adanya ikatan antar polisakarida yang diputus oleh gliserol. Sehingga menyebabkan ikatan antar molekul dalam *film* komposit selulosa bakteri – kitosan semakin melemah (Anggarini, 2013).

4.5. Analisa sifat mekanik *elongation at break*

Elongation at break adalah perbandingan pertambahan panjang dengan mula-mula dari *film* komposit selulosa bakteri – kitosan yang diuji karena adanya gaya tarik dari luar hingga putus.



Gambar 8. *Elongation at break* *film* komposit selulosa bakteri – kitosan variasi konsentrasi KTL.

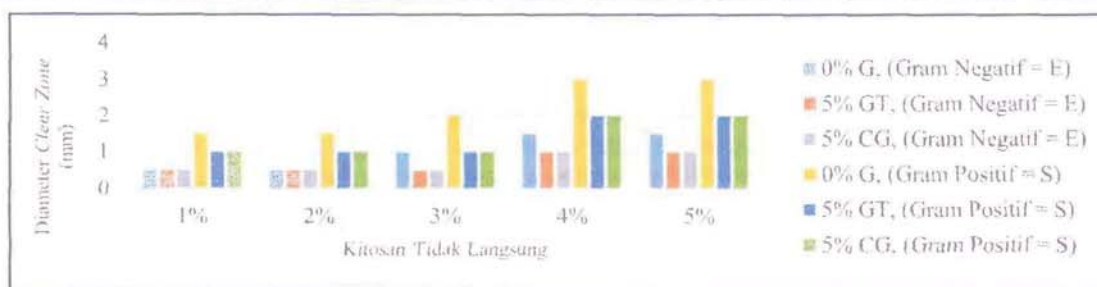
Dari Gambar 8 menunjukkan semakin besar komposisi kitosan, maka nilai elongasi semakin menurun. Menurut, Selpiana,dkk (2016) penurunan elastisitas dengan penambahan kitosan ini disebabkan oleh semakin menurunnya jarak ikatan antarmolekulernya, karena titik jenuh telah terlampaui sehingga molekul-molekul pemplastis yang berlebih berada di dalam fase tersendiri di luar fase polimer dan akan menurunkan gaya intermolekul antar rantai. Hal ini menjelaskan bahwa semakin besar konsentrasi kitosan maka elongasi akan menurun, namun kuat tarik akan meningkat. Berdasarkan Gambar 8 dengan penambahan gliserol, nilai elongasi semakin tinggi. Gugus -OH pada gliserol akan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus -OH selulosa bakteri. Penambahan gliserol mengakibatkan ikatan hidrogen antar polimer selulosa bakteri melemah, sehingga jarak antar molekul biopolimer renggang. Kerenggangan meningkatkan fleksibilitas *film*. Gliserol juga dapat menambah *free volume* dalam matriks *film* dengan melemahkan ikatan hidrogen antara rantai-rantai polimer (Selpiana dkk., 2014).

4.6. Analisa antimikroba

Analisa antimikroba merupakan salah satu uji untuk mengetahui seberapa besar jangkauan *film* komposit selulosa bakteri – kitosan dapat menghambat aktivitas dan/atau perkembangbiakan dari mikroba. Aktivitas antimikroba / antibakteri dari *film* komposit selulosa bakteri – kitosan ditunjukkan dengan adanya zona bening (*clear zone*) di sekitar *film* komposit selulosa bakteri – kitosan. *Film* komposit selulosa bakteri – kitosan berdiameter 5 mm dan bakteri (gram positif dan gram negatif) didiamkan dalam cawan petri selama 24 jam, kemudian dilakukan pengamatan dan pengukuran zona bening. Diameter hambat yang diukur adalah daerah *clear zone* di sekitar *film* komposit selulosa bakteri – kitosan yang tidak ditumbuhi bakteri.

Tabel 1. Hasil uji anti – mikroba pada selulosa bakteri – non kitosan

Sampel	Diameter <i>Clear Zone</i> (mm)	
	Gram Positif	Gram Negatif
Media HS-MgSO ₄ Konsentrasi 5% (v/v) <i>Crude</i> Gliserol, 0,8% (b/v) Urea, 1,5% (v/v) Etanol dan 1,5% (v/v) Asam Asetat	0	0



Gambar 9. *Clear zone film* komposit selulosa bakteri - kitosan variasi konsentrasi KTL.

Dari Gambar 9 menunjukkan perendaman kitosan dapat mempengaruhi daya hambat antibakteri dari *film* komposit selulosa bakteri - kitosan. Sebagai pembandingan, pengujian juga dilakukan pada *film* komposit selulosa bakteri - non kitosan. Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa *clear zone* tidak terbentuk di sekitar *film* komposit selulosa bakteri - non kitosan. Hal ini menunjukkan bahwa *film* komposit selulosa bakteri - non kitosan tidak mempunyai aktivitas antimikroba. Sehingga diperlukan adanya penambahan senyawa tertentu untuk dapat memberikan aktivitas antimikroba. Kitosan menghambat pertumbuhan bakteri karena memiliki gugus amina bermuatan positif yang berikatan dengan asam teikoat pada dinding sel bakteri (NH_3^+ pada kitosan berikatan dengan COO^- pada asam teikoat bakteri), sehingga mengakibatkan *permeabilitas* dinding sel terganggu dan menyebabkan bakteri tidak mampu memasukkan nutrisi ke dalam sel, bahkan sel akan lisis dan mengakibatkan kematian (Sari dkk, 2014). *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif. Bakteri gram negatif memiliki sistem membran ganda dimana membran plasmanya diselubungi oleh membran luar *permeable* dengan dinding sel tebal berupa peptidoglikan, yang terletak di antara membran dalam dan membran luarnya. Hal ini yang menyebabkan diameter zona hambat yang terbentuk pada bakteri *Escherichia coli* lebih rendah (Suciyaniti dkk, 2014). *Staphylococcus aureus* merupakan jenis bakteri gram positif. Struktur dinding bakteri gram positif relatif lebih sederhana sehingga memudahkan senyawa antibakteri menemukan sasaran untuk mengganggu viabilitas bakteri (Rohaeti dkk, 2016).

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa *film* komposit selulosa bakteri-kitosan yang telah dimodifikasi dengan cara perendaman kitosan dapat meningkatkan sifat antibakteri dan kuat tarik. *Film* komposit selulosa bakteri-kitosan konsentrasi 5%KTL, 0%G memberikan zona hambat terbesar terhadap bakteri gram positif sebesar 4 mm. Sementara pada variasi kitosan 3% KTL, 0% G memberikan nilai kuat tarik paling optimum sebesar 97.903 MPa. Hasil ini mengindikasikan bahwa *film* komposit selulosa bakteri-kitosan konsentrasi 3% dan 5%KTL berpotensi untuk digunakan dalam aplikasi medis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggarini, 2013, Aplikasi *Plasticizer* Gliserol Pada Pembuatan Plastik *Biodegradable* Dari Biji Nangka, Skripsi, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Czaja, W.K., Young, D. J., Kaweck, M., & Brown, R. M., 2007, "The Future Prospects of Microbial Cellulose in Biomedical Applications", *Biomacromolecules*, 8, 1, 1-12.
- Naritomi, T., Kouda, T., Yano, H. and Yoshinaga, F., 1998, "Effect of Ethanol on Bacterial Cellulose Production from Fructose in Continuous Culture", *Journal of Fermentation and Engineering*, 85, 598-603.
- Rahayu, T., Rohaeti, E., 2012, "Pengaruh Penambahan Gliserol Sebagai Bahan Pemlastis Terhadap Sifat Mekanik *Bacterial Cellulose* dari Ubi Jalar", 133-140.
- Rohaeti, E., Endang, Rakhmawati, A., 2016, "Selulosa Bakteri dari Limbah Air Cucian Beras Dengan Penambahan Kitosan, Gliserol, dan Nanopartikel Perak", 11(1), 9-24.
- Sari, A., Rakhmawati, A., Rohaeti, E., 2014, "Aktivitas Antimikroba Komposit Selulosa-Gliserol-Khitosan dari Limbah Air Cucian Beras Terdeposit Nanopartikel Perak", 1-6.
- Sarwono, (2010), "Pemanfaatan Kition/Kitosan Sebagai Bahan Anti Mikroba", 12, 32-38.
- Selpiana, Patricia, Anggraeni, C.P., 2016, "Pengaruh Penambahan Kitosan dan Gliserol Pada Pembuatan Bioplastik dari Ampas Tebu dan Ampas Tahu", 57-64.
- Selpiana, Riansya, J.F., Yordan, K., 2014, "Pembuatan Plastik *Biodegradable* dari Tepung Nasi Aking", 130-138.
- Suciyaniti, F., Umniyat, S., Rohaeti, E., Rakhmawati, A., 2014, "Aktivitas Antibakteri Biomaterial Selulosa Bakteri-Gliserol-Kitosan dari Limbah Air Rebusan Pisang Kepok (*Musa balbisina*) Terdeposit Nanopartikel Perak Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*", 1-6.
- Tabaai, M.J., Emtiazi, G., 2016, "Comparison of Bacterial Cellulose Production among Different Strains and Fermented Media", 3(1), 35-41.



Wang, X., Xie, Y., Ge, H., Chen, L., Wang, J., Zhang, S., Guo, Y., Li, Z., Feng, X., 2017, "*Physical Properties and Antioxidant Capacity of chitosan/epigallocatechin-3-gallate Films Reinforced with Nano-bacterial Cellulose*", 207-220.